

Utilisation digestive et métabolique et valeur nutritionnelle de la farine de feuilles de *Cassia tora* (Linn.) incorporée dans la ration alimentaire des poulets indigènes du Sénégal

S.B. AYSSIWEDE^{1*}, C. CHRYSOSTOME², W. OSSEBI¹, A. DIENG³, J.L. HORNICK⁴, A. MISSOHOU¹

¹Laboratoire d'Alimentation et de Nutrition Animale (LANA), Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar, BP: 5077 Dakar-Fann, SENEGAL.

²Département des Productions Animales, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, 01BP, 526 Cotonou, BENIN.

³Laboratoire de Bromatologie, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) de THIES, Route de Khombole, BP : A296, Thiès, SENEGAL.

⁴Service de Nutrition Animale, Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, Bat. B43, 4000 Liège, BELGIQUE.

* Auteur chargé de la correspondance : s.ayssiwede@eismv.org ou ayissimbos@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Dans le but de pouvoir valoriser les feuilles de *Cassia tora* comme source protéique dans l'alimentation des poulets indigènes du Sénégal, une étude a été menée pour évaluer leur utilisation digestive et métabolique et leur valeur nutritionnelle. Elle a porté sur 20 poulets adultes de race locale sénégalaise, répartis et entretenus dans des cages à métabolisme, en 4 lots de 5 sujets chacun correspondant à 4 traitements alimentaires (CT₀, CT₅, CT₁₀ et CT₁₅) contenant respectivement 0, 5, 10 et 15 % de farine de feuilles en substitution au tourteau d'arachide. Les feuilles de cassia ont été relativement riches en protéines (27,44 % MS), en cellulose brute (16,8 % MS), en fibres NDF (25,7 % MS) et en matières minérales (15,2 % MS), notamment en calcium (3,1 % MS) et en potassium (1,3 % MS). Elles ont contenu respectivement, 3,8 % et 36,8 % MS d'extract étheré et d'extractif non azoté avec une teneur en énergie métabolisable de 2050,5 kcal/kg MS. Excepté pour la matière grasse, l'incorporation de la farine des feuilles de *Cassia tora* jusqu'à 15 % dans le régime, n'a eu aucun effet significatif négatif sur l'utilisation digestive et métabolique des éléments nutritifs et de l'énergie métabolisable des rations ainsi que sur la consommation alimentaire, le GMQ et l'indice de conversion des sujets soumis aux différents traitements. Elle a augmenté de façon significative l'utilisation de la cellulose brute et des matières minérales dès 5 % d'incorporation.

Mots-clés : Feuilles de cassia, valeur nutritive, utilisation digestive et métabolique, poulet local adulte, Sénégal.

SUMMARY

Digestibility and metabolic utilisation and nutritional value of *Cassia tora* (Linn.) leaves meal incorporated in the diets of indigenous Senegal chickens

In the prospect of the *Cassia tora* leaves meal recovering as a protein ingredient source for diets of Senegal indigenous chickens, a study was carried out to determine their nutrient utilisation and nutritional value. Twenty adult Senegal indigenous chickens were housed in metabolic cages and allotted in four groups of five birds each. The groups were corresponding to four dietary treatments (CT₀, CT₅, CT₁₀ and CT₁₅) containing respectively 0, 5, 10 and 15% of cassia leaves meal in substitution of groundnut cake meal. The cassia leaves are relatively rich in protein (27.4% DM), crude fibre (16.8% DM), NDF (25.7% DM) and ash (15.2% DM), particularly in calcium (3.1%) and potassium (1.3% DM). It contained 3.8% DM, 36.8% DM and 2050.47kcal/kg DM of ether extract, nitrogen-free extract and metabolizable energy, respectively. Except for fat, the inclusion of *Cassia tora* leaves meal in the indigenous poultry diets until 15% has no significant adverse effect on nutrient and energy utilization, feed intake, average daily weight gain and feed conversion of the Senegal indigenous poultry. It significantly improved the crude fibre and ash utilization from 5% dietary treatment (CT₅).

Keywords: Cassia leaves, nutritional value, digestive and metabolic utilisation, adult indigenous broiler, Senegal.

Introduction

Malgré l'essor remarquable qu'a connu l'aviculture industrielle ces dernières années dans certains pays d'Afrique occidentale (Burkina Faso, Ghana, Mali, Nigéria, Sénégal), la consommation des produits d'origine aviaire est encore fortement tributaire des importations, engendrant d'énormes sorties de devises pour la plupart des pays de cette région [27].

L'aviculture traditionnelle bien que très peu concernée par des projets de développement (les états accordant plus d'intérêts à la volaille industrielle), reste la plus répandue et constitue un important pilier alimentaire et socio-économique en Afrique de l'Ouest où elle est pratiquée par la quasi-totalité des paysans, notamment les femmes et les enfants des familles rurales [13, 65]. Les effectifs de volailles

en 2004 sont estimés à 31 937 000 têtes au Burkina-Faso, 27 150 000 têtes au Mali et 27 867 860 têtes au Sénégal, avec en moyenne 75-85 % de volaille traditionnelle [8, 13, 52]. Ainsi, pour pouvoir contribuer efficacement à la lutte contre la pauvreté et à la réduction des problèmes de déficits en protéines animales, il s'avère nécessaire et indispensable d'améliorer et de promouvoir la production avicole traditionnelle.

Cependant, cette dernière est confrontée à diverses contraintes parmi lesquelles l'alimentation représente un défi majeur. En effet, outre l'insuffisance voire l'absence d'apport de complément alimentaire par les éleveurs, la volaille villageoise élevée en divagation est exposée à un problème de déficit alimentaire quantitatif et qualitatif, surtout lorsque son milieu immédiat est pauvre en débris alimentaires agricoles ou ménagers [16, 32, 52, 60]. Par ailleurs, du fait du coût de plus en plus élevé des matières premières surtout

protéiques (tourteau d'arachide, de soja, farine de poisson), les aviculteurs traditionnels ont souvent très peu accès à ces ressources contrairement aux éleveurs industriels. Toutefois, des études sur les légumineuses [11, 19, 42, 45, 53] ont rapporté que les feuilles de *Cassia tora*, fraîches ou non, sont riches en protéines et acides α -aminés essentiels, en minéraux, en particulier en calcium, potassium et phosphore. Ainsi, les feuilles comme les graines de cassia ont été utilisées en alimentation animale par divers auteurs [19, 31, 51, 53, 61] avec l'obtention de résultats variables selon leur niveau d'incorporation et leur valeur nutritionnelle. Mais, malgré la présence et la disponibilité de ces feuilles au Sénégal, aucune étude n'a été consacrée sur leur valorisation en alimentation avicole, concernant notamment les poulets villageois. L'utilisation des feuilles de cassia dans le régime alimentaire en substitution aux matières protéiques comme le tourteau d'arachide, pourrait constituer une alternative intéressante à l'amélioration de l'alimentation et des performances des poulets traditionnels du Sénégal et d'Afrique. Cependant, la valorisation de ces feuilles comme source protéique dans la ration doit passer par une bonne connaissance de leur valeur alimentaire et de leur limite d'incorporation. Ce travail a donc pour but d'étudier l'utilisation digestive, métabolique et la valeur nutritionnelle des feuilles de *Cassia tora* à divers taux d'incorporation dans la ration chez les poulets indigènes du Sénégal.

Matériel et Méthodes

MATÉRIEL VÉGÉTAL ET FORMULATION DES RATIONS ALIMENTAIRES EXPÉRIMENTALES

Les feuilles de cassia ont été collectées essentiellement dans la région de Thiès, notamment dans les champs de l'Ecole Nationale Supérieure Agriculture de Thiès (ENSAT) et ceux situés dans ses environs. Des tiges portant les feuilles ont été coupées et transportées à l'ENSAT où elles ont été étalées de façon homogène et peu épaisse pendant 1 à 2 jours sous un hangar semi ouvert et bien aménagé. Les tiges, rameaux et les grandes nervures ont été ensuite retirés et les folioles des feuilles ont été récupérées, étalées puis séchées pendant 1 à 2 jours sous le hangar et/ou au soleil doux jusqu'à ce qu'elles deviennent friables. Ce séchage permet la dégradation d'éventuels facteurs toxiques thermolabiles présents dans les feuilles. Celles-ci ont été alors transformées en farine à l'aide d'un broyeur à maille de 4 mm de diamètre. La farine de feuilles a été conditionnée dans des sacs plastiques noirs d'environ 40 kg pour être stockée jusqu'à utilisation. Les autres matières premières ordinaires ont été payées au niveau des marchés de Thiès et de Dakar. Des échantillons de ces différentes matières premières, y compris la farine des feuilles de *Cassia tora*, ont été constitués en vue d'une analyse bromatologique avant leur utilisation dans la formulation des aliments expérimentaux.

Quatre différents aliments pour volailles de type croissance-finition ont été formulés. Il s'agit des rations témoin (CT₀) et celles à base de feuilles (CT₅, CT₁₀ et CT₁₅) où la farine des feuilles de *Cassia tora* a été incorporée respectivement à 0, 5, 10 et 15 % dans la ration en substitution partielle au

tourteau d'arachide. La composition en matières premières et la valeur bromatologique calculée des différentes rations étudiées sont consignées dans le tableau I.

ANIMAUX ET PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

L'expérimentation s'est déroulée au Centre d'Application des Techniques d'Elevage (CATE) de l'ENSAT durant les deux dernières semaines du mois de novembre 2009. Elle a porté sur 20 poulets adultes de race locale, pesant en moyenne 1,16 kg. Ces oiseaux ont été repartis en 4 lots de 5 sujets (2 coqs et 3 poules) chacun correspondant aux 4 traitements alimentaires (CT₀, CT₅, CT₁₀ et CT₁₅) et entretenus dans des cages à métabolisme disposées en série de box individuels pour l'étude digestive et métabolique. Chaque box était muni d'un abreuvoir et d'une mangeoire permettant la distribution de l'aliment et de l'eau. Les box étaient grillagés dans leurs parties supérieure et antérieure, mais bien hermétiques sur les parties latérale et postérieure. Ils s'ouvraient par leur partie supérieure tandis que leur partie inférieure était munie d'un plateau triplement compartimenté qui permettait de récolter de façon séparée les fientes excrétées, l'eau et les aliments non consommés (refus).

L'expérimentation s'est déroulée en deux phases successives. Pendant la première phase dite pré-expérimentale de 5 jours, les sujets se sont adaptés à leur nouvel environnement et aux aliments et ont reçu un anti-stress (coliteravetND) dans l'eau de boisson à la dose de 1 g/L. Durant cette période, l'aliment témoin habituellement distribué a été progressivement remplacé par les aliments CT₅, CT₁₀ et CT₁₅ (tableau II), ce qui a permis de déterminer la quantité d'aliment devant être distribuée aux oiseaux au cours de la seconde phase dite expérimentale. Pendant la phase expérimentale de 7 jours, les 4 rations (CT₀, CT₅, CT₁₀ et CT₁₅) ont été distribuées respectivement aux groupes correspondants. Elles ont été pesées tôt le matin et servies 2 fois par jour suivant les consommations déterminées lors de la phase d'adaptation. L'eau quant à elle, a été donnée à volonté. Les fientes ont été quotidiennement collectées et pesées. Durant l'expérimentation, les poids des oiseaux ont été déterminés au début et à la fin de l'expérimentation. Les quantités d'aliments ingérées (distribuées – refusées), de fientes excrétées par individu et par jour ont été également enregistrées. Les fientes collectées individuellement ont été gardées et séchées à l'étuve à 60°C. A la fin de l'expérimentation, elles ont été ensuite broyées, regroupées et mélangées respectivement de J₇ à J₁₂ par oiseau dans des pots d'échantillonnage pour des analyses bromatologiques.

ANALYSES BROMATOLOGIQUES DES ÉCHANTILLONS D'ALIMENTS ET DE FIENTES

Les analyses ont porté sur les échantillons des matières premières utilisées, des rations servies et des fientes broyées et regroupées par sujet et par bilan. Elles ont été effectuées au laboratoire d'alimentation et de nutrition animale (LANA) de l'EISMV et au laboratoire de bromatologie de l'ENSAT durant la période allant de février à septembre 2009 pour les matières premières (tableau III) et de novembre

Rations	Témoïn (CT ₀)	A base de feuilles de <i>Cassia tora</i>		
		5% (CT ₅)	10% (CT ₁₀)	15% (CT ₁₅)
Matières premières				
Maïs jaune (%)	22.14	26.67	25.40	26.00
Sorgho blanc (%)	16.00	13.00	16.10	15.76
Mil (%)	15.50	14.65	15.00	15.00
Son de blé (%)	17.00	15.50	10.30	7.00
Tourteau d'arachide (%)	23.00	19.00	17.00	15.00
Feuilles de <i>C. tora</i> en farine (%)	0.00	5.00	10.00	15.00
Farine de poisson (%)	2.25	2.70	3.30	3.30
Phosphate bicalcique (%)	1.10	0.40	0.30	0.40
Craie alimentaire (%)	0.48	0.54	0.08	0.00
Lysine (%)	0.23	0.21	0.17	0.16
Méthionine (%)	0.00	0.03	0.05	0.08
Macrovétamix (CMV) (%)	2.00	2.00	2.00	2.00
Liptol (%)	0.15	0.15	0.15	0.15
Fintox (%)	0.15	0.15	0.15	0.15
Valeurs bromatologiques calculées				
Matière sèche (MS) (%)	91.01	90.95	91.02	91.08
Protéines brutes (% MS)	20.96	20.45	20.51	20.40
Matière grasse (% MS)	6.93	6.47	6.21	5.93
Cellulose brute (% MS)	4.87	5.34	5.40	5.69
Lysine (% MS)	0.93	0.93	0.93	0.94
Méthionine (% MS)	0.43	0.43	0.44	0.44
EM (kcal/kg MS)	3 079.05	3 045.50	3 061.50	3 038.53
Rapport EM/Protéine (kcal/g)	14.70	14.89	14.92	14.89
Cendres (% MS)	6.67	6.58	6.62	7.08
Calcium (% MS)	1.05	1.04	1.00	1.10
Phosphore (% MS)	0.76	0.69	0.67	0.67
Sodium (% MS)	0.08	0.08	0.09	0.09
Potassium (% MS)	0.57	0.59	0.59	0.61

EM : Energie métabolisable ; CMV : complément minéral et vitaminé composé par kg de 1400mg de Manganèse, 1200mg de Zinc, 1400mg de fer, 20mg de Cuivre, 8 mg d'iode, 2 mg de cobalt, 2,8 mg de sélénium, 250000UI de vitamine A, 50000UI de vitamine D, 50 mg, 100 mg, 480 mg, 195 mg, 55 mg, 0,6 mg, 290 mg, 50 mg, 175 mg, de vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B12, E, K3 et C respectivement, 27 mg d'acide folique, 0,6 mg de biotine et 0,6 % de choline ; Liptol : agent conservateur antifongique et bactéricide ; Fintox : agent conservateur absorbant de mycotoxines.

TABLEAU I : Composition en matières premières et valeurs bromatologiques calculées des différentes rations alimentaires destinées aux poulets.

Groupes / rations	Phase pré-expérimentale (5 jours)					Phase expérimentale (7 jours)						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
I (n = 5) / CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀	CT ₀
II (n = 5) / CT ₅	CT ₀	50% CT ₀ 50% CT ₅	25% CT ₀ 75% CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅	CT ₅
III (n = 5) / CT ₁₀	CT ₀	50% CT ₀ 50% CT ₅	50% CT ₀ 50% CT ₁₀	25% CT ₀ 75% CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀	CT ₁₀
IV (n = 5) / CT ₁₅	CT ₀	CT ₅	25% CT ₅ 75% CT ₁₅	CT ₁₀	25% CT ₁₀ 75% CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅	CT ₁₅
Récolte des fientes	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

CT₀ : ration témoin (0 % de farine de feuilles de *C. tora*); CT₅ : 5 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide; CT₁₀ : 10 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide; CT₁₅ : 15 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide.

TABLEAU II : Protocole expérimental de distribution des rations aux poulets adultes de race locale et de collecte des fientes.

Composition	<i>C. tora</i> (farine) ^{1,2}	Tourteau d'arachide ²	Maïs jaune ²	Sorgho blanc ²	Mil ²	Farine de poisson ²	Son de blé ²	PBC	Craie alim.	CMV
MS (%)	92.2 ± 0.5	91.1 ± 0.2	89.3 ± 0.2	91.1 ± 0.1	90.8 ± 0.1	94.9 ± 0.1	90.7 ± 0.1	99.5	99.5	99.0
PB (%MS)	27.4 ± 1.5	48.1 ± 0.6	9.9 ± 0.3	10.2 ± 0.4	10.1 ± 0.1	54.9 ± 0.6	16.9 ± 0.3	-	-	9.2
MG (%MS)	3.8 ± 0.1	16.9 ± 0.4	4.0 ± 0.1	2.8 ± 0.0	4.9 ± 0.3	9.2 ± 0.4	4.5 ± 0.2	-	-	-
CB (%MS)	16.8 ± 1.7	5.3 ± 0.5	2.9 ± 0.4	2.1 ± 0.3	2.3 ± 0.6	0.0	13.7 ± 0.3	-	-	-
NDF (%MS)	25.7 ± 1.3	14.6 ± 0.7	9.8 ± 0.5	10.3 ± 0.7	10.1 ± 0.6	0.0	46.9 ± 0.9	-	-	-
ENA (%MS)	36.8 ± 1.0	22.9 ± 0.2	81.9 ± 0.2	82.8 ± 0.6	80.7 ± 0.9	3.6 ± 0.7	59.6 ± 0.5	-	-	-
Ce. (%MS)	15.2 ± 0.5	6.8 ± 0.1	1.3 ± 0.1	2.0 ± 0.4	2.1 ± 0.1	32.4 ± 0.3	5.4 ± 0.2	-	-	-
Ca (%MS)	3.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.0	0.0	0.0	1.4 ± 0.1	0.1 ± 0.0	28	37.9	25
P (%MS)	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	5.2 ± 0.1	1.0 ± 0.0	13	-	4.9
Na (%MS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6 ± 0.0	0.0	-	-	3.3
K (%MS)	1.3 ± 0.0	1.0 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	1.0 ± 0.1	-	-	-
EM										
(kcal/kg MS)	2050.5 ± 146.6 ³	3769.9 ± 34.8 ⁴	3449.6 ± 46.3 ⁵	3235.0 ± 0.0 ⁶	3521.3 ± 66.2 ⁵	2760.6 ± 27.8 ⁷	1845.2 ± 32.4 ⁸	-	-	-

MS: matière sèche ; PB: protéines brutes ; MG: matières grasses ; CB: cellulose brute ; NDF : Neutral Detergent fibre ; ENA : extractif non azoté ; Ce : cendres brutes ; EM : énergie métabolisable ; Craie alim. : craie alimentaire ; PBC : phosphate bicalcique ; CMV : complément minéral vitaminé (Macrovetamix) ; ¹feuilles de *C. tora* en farine ; ²résultats exprimés sous la forme moyenne ± SEM à partir de 5 échantillons ; ³EM = 3951 + 54,4 x MG - 40,8 x Ce - 88,7 x CB [40, 58] ; ⁴EM = 3985 + 47,02 x MG - 53,07 x Ce - 44,62 x NDF [22, 23] ; ⁵EM = 3780 - 114 x CB dans [23] ; ⁶EM = 3871 - 397 x Tan, (avec Tan = tannin = 1,6) dans [23] ; ⁷EM = 39,5 x PB + 64,5 x MG (équation de Opstvedt) dans [18] ; ⁸EM = 3887 - 52 x Ce - 37,5 x NDF dans [23].

TABLEAU III : Composition chimique et valeur nutritive de la farine des feuilles de *Cassia tora* et des autres matières premières utilisées dans la formulation des rations alimentaires destinées aux poulets adultes de race locale.

à décembre 2009 pour les aliments et les fientes (tableau IV). Elles ont concerné la détermination des matières sèche (MS) minérales (cendres) et organique (MO), des protéines brutes (PB), des matières grasses (MG), de la cellulose brute (CB), des fibres NDF (Neutral Detergent fibre), de l'extractif non azoté (ENA) et des éléments minéraux.

Les teneurs en matière sèche et en matières minérales (cendres brutes) des différents échantillons des matières premières, des rations et des fientes, ont été déterminées suivant les méthodes de la norme de l'Association Française de Normalisation, AFNOR [4]. Le taux de protéines brutes a été obtenu par la méthode de Kjeldahl (N x 6.25) et celui de la matière grasse par la méthode d'extraction sous reflux par l'éther éthylique ou de pétrole à l'aide de l'appareil de Soxhlet décrites par cette même norme. Quant à la cellulose brute, elle a été déterminée suivant la norme AFNOR [1] fondée sur la méthode de Weende, tandis que le taux des fibres NDF a été obtenu par la méthode de VAN SOEST et WINE [66]. Le calcium, le sodium et le potassium ont été dosés suivant la méthode spectrophotométrique d'absorption de la norme AFNOR [2], tandis que le dosage du phosphore total a été réalisé selon la méthode spectrophotométrique à 430 nm décrite par AFNOR [3]. Les énergies métabolisables (EM) ont été calculées respectivement à partir des équations de régression de LESSIRE et CONAN cités par CARRÉ et ROZO [23] pour le maïs, le mil, le sorgho blanc, le son de blé et le tourteau d'arachide, de BOURDON *et al.* [18] pour la farine de poisson, et de SIBBALD *et al.* cités par LECLERCQ *et al.* [40] pour la farine des feuilles de *Cassia tora*, les différents aliments d'étude et les fientes collectées.

DÉTERMINATION DES COEFFICIENTS D'UTILISATION DIGESTIVE ET MÉTABOLIQUE

Les données collectées ont été saisies dans un tableur Microsoft Excel et les différents paramètres zootechniques ont été calculés. Les quantités des différents éléments nutritifs ingérés et excrétés y compris la matière sèche d'aliments ingérée et de fientes excrétées, ont été déterminées, ce qui a permis de calculer les coefficients d'utilisation digestive et métabolique (CUDM) de chacun des différents éléments constitutifs (MS, MO, PB, MG, CB, ENA, MM) et de l'énergie métabolisable (EM) de la même façon selon la formule suivante :

$$\text{CUDM (\%)} = [(\text{Ingéré} - \text{Excrété}) / \text{Ingéré}] \times 100.$$

ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses des résultats obtenus et la comparaison des moyennes entre les rations alimentaires expérimentales (témoin et celles contenant la farine de feuilles de *C. tora*) ont été effectuées par le test d'analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Science (SPSS) et complété par le test de Tukey lorsque le test d'ANOVA a montré une différence significative avec un risque d'erreur de 5 %.

Résultats

Comme le montre le tableau III relatif à la composition en éléments nutritifs et en énergie métabolisable déterminée des

	MS (%)	Composition chimique (%MS)						EM (kcal/kg)	EM/ PB
		MO	PB	MG	CB	ENA	MM		
CT ₀	92.21	93.85	21.30	7.21	4.06	61.27	6.15	3731.56	17.52
CT ₅	92.63	92.30	21.01	6.91	5.47	58.89	7.70	3527.02	16.78
CT ₁₀	92.25	92.00	20.76	6.33	7.18	57.72	8.00	3331.64	16.04
CT ₁₅	92.10	91.53	20.98	5.60	7.80	57.15	8.47	3218.20	15.34
Fientes de CT ₀	28.83	83.58a	36.97	3.85	10.79	31.96	16.41a	2534.04	-
Fientes de CT ₅	22.60	84.96b	37.26	3.55	11.87	32.26	15.04b	2477.22	-
Fientes de CT ₁₀	22.38	85.00b	38.87	4.24	10.90	31.00	14.99b	2602.53	-
Fientes de CT ₁₅	29.75	85.02b	41.41	4.05	12.09	30.66	14.97b	2487.52	-

MS : Matière sèche ; MO : Matière organique ; PB : Protéines brutes ; MG : matières grasses ; CB : cellulose brute ; ENA : extractif non azoté ; MM : matière minérale ; EM : énergie métabolisable ; CT₀ : ration témoin (0 % de farine de feuilles de *C. tora*) ; CT₅ : 5 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide ; CT₁₀ : 10 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide ; CT₁₅ : 15 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide.

Des exposants différents au sein d'une même colonne indiquent des différences significatives entre les groupes ($P < 0.05$).

TABLEAU IV : Composition moyenne en éléments nutritifs et énergie métabolisable déterminées dans les différentes rations alimentaires expérimentales et les fientes collectées chez les poulets adultes de race locale.

différentes matières premières utilisées dans les rations alimentaires, les feuilles de cassia se sont avérées relativement riches en protéines brutes (27,4 % MS) par comparaison au maïs jaune, au sorgho blanc, au mil et au son de blé, en cellulose brute (16,8 % MS) et en fibres NDF (25,7 % MS) par comparaison au maïs jaune, au sorgho blanc, au mil et au tourteau d'arachide, en matières minérales (15,2 % MS) notamment en calcium (3,1 % MS) et en potassium (1,3 % MS) par rapport aux autres principales matières premières utilisées. En particulier, la farine des feuilles de cassia a été nettement plus riche en calcium (3,1 % MS) que la farine de poisson utilisée (1,4 % MS). Toutefois, cette dernière s'est particulièrement démarquée par sa très forte teneur en phosphore total (5,2 % MS), contre 0,4 % MS pour la farine des feuilles de cassia. En revanche, la teneur en matières grasses (3,8 % MS) était nettement plus faible que celles du tourteau d'arachide (16,9 % MS) et de la farine de poisson (9,2 % MS). L'extractif non azoté était de 36,8 % MS, ce qui est une valeur nettement inférieure à celles obtenues dans le cas du maïs jaune, du sorgho, du mil et du son de blé. L'énergie métabolisable de la farine de feuilles de *C. tora* (2050.5 kcal/kg MS) a été nettement plus faible que celles des autres matières premières à l'exception du son de blé (1845.2 kcal/kg MS).

Les différentes rations alimentaires ont été globalement iso-protéiques, mais ont présenté des valeurs énergétiques différentes (tableau IV), décroissantes en fonction du taux croissant d'incorporation de la farine de feuilles de *C. tora* dans la ration (la ration témoin (CT₀) était la plus énergétique et CT₁₅ la moins énergétique). En parallèle, les rations à base de farine de feuilles de *Cassia tora* ont été plus riches en cellulose brute (CB) et en matières minérales (MM) que la ration témoin (CT₀). Quant aux fientes excrétées, leur teneur en matières organiques (MO) a significativement augmenté avec le taux d'incorporation des feuilles dans la ration ($P < 0.05$) alors que celle des matières minérales (MM) a significativement diminué (tableau IV). Par ailleurs, une aug-

mentation de la teneur des fientes en protéines brutes, en matières grasses et en cellulose brute à un moindre degré, a également été observée en fonction de la supplémentation alimentaire en farine de feuilles de *C. tora*. Toutefois, en dehors des matières organiques et des cendres brutes, aucune différence significative n'a été obtenue entre les 4 rations alimentaires pour les différents paramètres mesurés dans les fientes, y compris en ce qui concerne l'énergie métabolisable.

Les différents paramètres zootechniques et les coefficients d'utilisation digestive et métabolique des éléments nutritifs obtenus chez les poulets adultes par ration alimentaire sont consignés dans le tableau V. Bien que le GMQ (gain moyen quotidien) soit apparu plus faible chez les poulets recevant une ration enrichie par 5 % de farine de feuilles de cassia, la croissance pondérale n'a pas été significativement affectée par l'ajout des feuilles de cette plante dans la ration alimentaire. Néanmoins, la consommation alimentaire (CA) et l'indice de conversion (IC) ont été les plus élevés dans le groupe supplémenté à 5 % alors que ces deux paramètres ont tendu à diminuer lorsque les animaux étant supplémentés par 10 % et 15 %. Par ailleurs, la distribution des rations CT₅ et CT₁₀ a induit une production plus élevée de fientes fraîches excrétées (79,64 g et 79,41 g) alors que les quantités de matière sèche excrétée (MSE) ont été plus élevées (19,41 g et 17,77 g) respectivement chez les témoins et chez les sujets recevant la ration CT₁₅. Mais pour ces différents paramètres y compris la quantité de matière sèche ingérée (MSI), aucune différence significative n'a été mise en évidence quelque soit le taux de feuilles de cassia dans la ration. Aucune mortalité et aucun cas de diarrhée n'ont été également observés chez les différents sujets.

Les coefficients d'utilisation digestive et métabolique (CUDM) de la matière sèche (MS), de la matière organique (MO), de l'extractif non azoté (ENA) et de l'énergie métabolisable (EM) ont été globalement plus élevés chez les sujets ayant reçu des feuilles de cassia, notamment avec un taux d'incorporation de 5 % et de 10 % à un moindre degré,

	Rations alimentaires				SEM	Valeur de <i>P</i>
	CT ₀	CT ₅	CT ₁₀	CT ₁₅		
Poids moyen initial (kg)	1.13 ± 0.39	1.21 ± 0.19	1.15 ± 0.12	1.18 ± 0.16	0.05	0.95
Poids moyen final (kg)	1.21 ± 0.38	1.28 ± 0.22	1.22 ± 0.14	1.26 ± 0.14	0.05	0.97
Gain moyen quotidien (g/jour)	12.65 ± 6.07	10.20 ± 7.10	12.6 ± 6.2	12.1 ± 5.5	1.29	0.91
Consommation alimentaire (g/sujet/jour)	67.35 ± 16.30	70.2 ± 15.5	65.9 ± 10.9	64.2 ± 8.8	2.77	0.91
Indice de conversion	6.18 ± 2.83	8.9 ± 3.9	6.2 ± 2.8	6.0 ± 2.1	0.67	0.38
Fientes fraîches excrétées (g/sujet/jour)	76.51 ± 36.31	79.64 ± 23.31	79.41 ± 21.83	70.57 ± 39.07	17.47	0.96
Matière sèche ingérée (g/sujet/jour)	62.13 ± 15.03	64.99 ± 14.40	60.83 ± 10.10	59.14 ± 8.13	2.56	0.89
Matière sèche excrétée (g/sujet/jour)	19.41 ± 4.60	16.92 ± 2.71	16.84 ± 3.20	17.76 ± 0.91	0.68	0.55
CUDM-MS (%)	68.53 ± 33.04	73.54 ± 2.98	72.12 ± 4.33	69.60 ± 3.44	0.84	0.13
CUDM-MO (%)	71.97 ± 2.71	75.64 ± 2.74	74.24 ± 4.00	71.76 ± 3.20	0.75	0.20
CUDM-PB (%)	45.36 ± 5.28 ^{ab}	53.04 ± 5.29 ^b	47.80 ± 8.11 ^{ab}	40.01 ± 6.80 ^a	1.71	0.04
CUDM-MG (%)	83.19 ± 1.62 ^{bc}	86.40 ± 1.53 ^c	81.32 ± 2.90 ^{ab}	77.96 ± 2.49 ^a	0.83	0.00
CUDM-CB (%)	16.51 ± 8.08 ^a	42.60 ± 6.47 ^b	57.67 ± 6.57 ^c	52.85 ± 5.34 ^{bc}	3.89	0.00
CUDM-ENA (%)	83.57 ± 1.59	85.51 ± 1.63	85.03 ± 2.32	85.40 ± 1.65	0.41	0.34
CUDM-MM (%)	16.03 ± 8.12 ^a	48.32 ± 5.82 ^b	47.76 ± 8.11 ^b	46.24 ± 6.09 ^b	3.45	0.00
CUDM-EM (%)	78.63 ± 2.06	81.41 ± 2.09	78.22 ± 3.38	76.50 ± 2.66	2.99	0.06

CUDM : Coefficient d'utilisation digestive et métabolique ; MS : Matière sèche ; MO : Matière organique ; PB : Protéines brutes ; MG : Matières grasses ; CB : Cellulose brute ; ENA : Extractif non azoté ; MM : matière minérale ; EM : énergie métabolisable ; CT₀ : ration témoin (0 % de farine de feuilles de *C. tora*) ; CT₅ : 5 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide ; CT₁₀ : 10 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide ; CT₁₅ : 15 % de farine de feuilles de *C. tora* dans la ration en substitution du tourteau d'arachide.

Des exposants différents au sein d'une même ligne indiquent des différences significatives entre les groupes au seuil de 5 % ($P < 0.05$).

TABLEAU V : Effets de l'incorporation de la farine de feuilles de cassia sur les paramètres zootechniques et les coefficients d'utilisation digestive et métabolique (CUDM) des éléments nutritifs des rations alimentaires destinées aux poulets adultes de race locale Les résultats sont exprimés sous la forme de la moyenne ± erreur standard.

que chez les oiseaux recevant la ration témoin (CT₀). Néanmoins, pour ces différents CUDM, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en fonction de la ration distribuée. De plus, les poulets nourris avec une ration contenant 5 % de farine de cassia ont présenté des coefficients d'utilisation des protéines brutes, des matières grasses, de la cellulose brute et des minéraux significativement plus élevés que les témoins (CT₀) ($P < 0.05$). A l'exception du CUDM de la cellulose brute pour lequel les valeurs maximales ont été observées chez les oiseaux nourris avec des rations contenant 10 et 15 % de farine de cassia (CT₁₀ ou CT₁₅ vs. CT₅ : $P < 0.05$), aucun effet dose n'a été décelé sur les CUDM des protéines, des lipides ou des minéraux. De surcroît, les plus faibles coefficients d'utilisation de la matière organique, des protéines brutes et de l'énergie métabolisable ont été enregistrés chez les poulets nourris avec la ration CT₁₅ et une réduction significative du CUDM des matières grasses a même été constatée dans ce groupe d'oiseaux (CT₁₅ vs. CT₅ ou CT₁₀ : $P < 0.05$). Ainsi, les coefficients d'utilisation digestive et métabolique des éléments nutritifs mesurés chez les poulets recevant une ration enrichie à 15 % par de la farine de feuilles de *C. tora* ont été en général proches ou supérieurs à ceux mesurés chez les témoins, même si des réductions relativement importantes de la rétention des protéines et des matières grasses par rapport aux témoins ont été observées.

Discussion

Lors d'analyses bromatologiques précédentes des feuilles de *Cassia tora*, des proportions différentes de protéines brutes (20 % MS par BOUSSAID EL HADJ [19] et par MBAIGUINAM *et al.* [42], 13 % MS par RANJHAN *et al.* [53]), de cellulose brute (25 % MS [53]), de NDF (56 % MS [19, 42]), de calcium (2,7 % MS [19, 42] et 2,2 % MS [53]) et de phosphore (0,28 % MS [19, 42] et 0,4 % MS [53]) ont été obtenues. De même, RANJHAN *et al.* [53] ont déterminé une forte proportion de l'extractif non azoté (46,4 % MS) contre 36,8 % MS dans la présente étude. Ces divergences avec les résultats présentés ici (plus forte proportion de protéines brutes et plus faible teneur en cellulose brute) proviennent probablement de la nature des parties de la plante utilisées dans la préparation de la farine. Alors que BOUSSAID EL HADJ [19] et RANJHAN *et al.* [53] avaient utilisé non seulement des feuilles mais aussi des rameaux de cassia, la farine a été ici préparée avec des folioles de plantes relativement jeunes. Or, la teneur en fibres des feuilles augmente non seulement avec la présence de brindilles et nervures résiduelles mais aussi avec l'âge des plantes. Si le taux de protéines brutes des feuilles de cassia (27,4 % MS) est resté globalement comparable à ceux obtenus par plusieurs auteurs sur les feuilles de

moringa [30, 38, 54], de leucaena [6, 43], de sesbania [20] et d'azolla [14], leur faible teneur en énergie métabolisable serait surtout due à leur richesse en fibres celluloliques et en cendres brutes. En effet, par comparaison à la composition chimique des feuilles de moringa [29, 37, 38, 41, 44, 57, 59], de leucaena [24, 26, 33, 43, 49, 54, 55], de gliricidia [34, 47], de centrosoma [46], de manioc [35, 49] et d'azolla [7, 12, 39, 62], les résultats de cette étude ont montré que les feuilles de *Cassia tora* sont plus riches en cellulose brute, en cendres brutes et en calcium, mais restent relativement plus pauvres en matière grasse et en énergie que la plupart de ces feuilles.

Quant aux autres matières premières, les résultats obtenus sur les céréales utilisées (maïs, mil et sorgho) sont en accord avec ceux des tables de BOURDON *et al.* [18] et de SAUVANT *et al.* [56]. L'énergie métabolisable (EM) déterminée pour le son de blé (1845.2 kcal/kg MS) concorde avec celles obtenues par BOUDOUA [17] et SIBBALD [58], mais reste relativement plus élevée que celle de BOURDON *et al.* [18] et SAUVANT *et al.* [56]. Cette EM élevée du son de blé serait sans doute due à des teneurs élevées en extractif non azoté (59,6 % MS) et en protéines brutes (16,9 % MS) mais aussi à la présence de farine résiduelle. L'énergie métabolisable relativement élevée du tourteau d'arachide utilisé peut être expliquée par sa forte teneur en matière grasse (16,9 % MS) par rapport à celles rapportées dans les tables alimentaires [18, 56] et l'EM relativement faible de la farine de poisson serait due à sa faible teneur en protéines brutes (54,9 % MS) et à son fort taux en cendres brutes (32,4 % MS) par rapport aux données des tables alimentaires.

En conséquence, l'incorporation de farine de feuilles de *C. tora* dans les rations alimentaires en remplacement partiel du tourteau d'arachide a conduit, pour un régime iso-protéique, à augmenter les teneurs en cellulose brute et en matières minérales et ainsi à diminuer l'énergie métabolisable des rations. En outre, l'analyse bromatologique des fientes excrétées a montré que leurs teneurs en minéraux étaient significativement diminuées lorsque la farine de feuilles de *C. tora* servait à la préparation des rations alors que celles en matières organiques, et notamment en protéines brutes, en matières grasses et en cellulose brute tendaient à augmenter. L'incorporation de la farine des feuilles de cassia dans la ration aurait ainsi amélioré la rétention ou l'utilisation des matières minérales par les oiseaux alors que la matière organique (protéines, lipides et cellulose à un moindre degré) serait moins bien utilisée ou stockée.

De plus, l'incorporation de farine de feuilles de *Cassia tora* dans la ration alimentaire n'a induit aucun effet néfaste significatif sur les paramètres zootechniques (gain moyen quotidien (GMQ), consommation alimentaire, indice de conversion) des poulets adultes. La légère baisse de consommation obtenue peut être expliquée par la palatabilité des rations. En effet, selon certains auteurs [9, 29, 48], les poulets ne consomment pas volontairement les feuilles fraîches ou sèches de légumineuses et ont souvent tendance à présenter une baisse des performances par manque d'appétence lorsqu'ils sont nourris avec un régime à forte teneur en feuilles végétales. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par TENDONKENG *et al.* [64] chez les poulets de chair en finition pour lesquels 60 % du tourteau de soja a été substitué par la farine des

feuilles de moringa. Alors que KAKENGI *et al.* [37] ont observé une augmentation significative de la consommation alimentaire avec l'incorporation des feuilles de moringa, GUPTA *et al.* [31] et IHEUKWUMERE *et al.* [35] ont observé une baisse significative de la consommation alimentaire et du GMQ, couplée à une augmentation de l'indice de consommation lors de l'incorporation dans les rations alimentaires respectivement de 10 % de feuilles de cassia et de manioc. Des résultats similaires ont été également obtenus avec l'incorporation des feuilles fermentées de *Cassia tora* [61], de feuilles de *Leucaena leucocephala* [10, 15] ou de feuilles de *Gliricidia sepium* [47, 50] dans la ration destinée aux poules pondeuses. Si les facteurs antinutritionnels (acide aminé toxique ou mimosine, tanins) ont été incriminés dans les faibles performances obtenues avec les feuilles de leucaena ou de gliricidia [10, 25, 47], celles obtenues par SULIMAN *et al.* [61] dès 5 % d'incorporation de feuilles de *C. tora* seraient surtout dus à la fermentation des feuilles. Selon MBAIGUINAM *et al.* [42], ce traitement est souvent accompagnée d'une perte en protéines (environ 35 %) et en acides α -aminés (sauf en méthionine et en alanine) de 15 à 45 %, et serait certainement à l'origine de la baisse de performances observée par SULIMAN *et al.* [61].

Par ailleurs, dans la présente étude, les valeurs maximales des coefficients d'utilisation digestive et métabolique (CUDM) des différents éléments nutritifs (sauf pour la cellulose brute) et de la matière sèche ingérée (MSI) ont été obtenues chez les poulets nourris avec la ration CT5 (contenant 5 % de feuilles de cassia) et en parallèle de plus faibles fractions de matière sèche excrétée ont été observées chez les sujets soumis aux rations CT10 et CT5. Les différences entre les CUDM des rations CT0 (témoin) et CT5 ont été significatives pour les protéines brutes, les matières grasses, la cellulose brute et les matières minérales. Cependant, l'amélioration des CUDM des différents éléments nutritionnels n'a pas été proportionnelle à la quantité de farine de cassia ajoutée à la ration sauf dans le cas de la cellulose brute. Vu que les valeurs obtenues chez les poulets recevant la ration CT15 ont été proches ou supérieures à celles mesurées chez les témoins, on peut néanmoins en déduire que l'apport de farine de cassia dans la ration a eu un effet positif sur l'utilisation globale des éléments nutritifs de la ration. En revanche, GUPTA *et al.* [31] avaient précédemment constaté une baisse significative de l'ingestion de matière sèche et de la digestibilité des éléments organiques lors d'une incorporation à 10 % de la farine de feuilles de *C. tora* dans la ration. En outre, ils avaient obtenu des coefficients d'utilisation de l'énergie métabolisable apportée par les rations enrichies à 0 %, 5 % et 10 % de farine de cassia nettement plus faibles que dans l'étude présente (respectivement 60,2 %, 60,7 % et 63,4 % contre respectivement 78,6 %, 81,4 % et 78,2 %). De même, les coefficients d'utilisation des protéines brutes déterminés étaient plus bas (37,1 % et 40,1 % pour des taux d'incorporation de farine respectivement de 5 % et de 10 % contre 53,0 % et 47,8 % dans l'étude présente) alors que le CUDM déterminé chez les contrôles non supplémentés a été identique dans les 2 études (45,4 %). Les résultats de cette étude divergent de ceux d'IHEUKWUMERE *et al.* [35] qui, en incorporant jusqu'à 15 % de farine de feuilles de manioc (*Manihot esculenta*) dans la ration, ont enregistré dès 5 % d'incorporation, une réduction significative de l'utilisation de la matière sèche, des protéines et de la matière grasse par les poulets

sauf pour la cellulose brute et les matières minérales. Des résultats similaires ont été obtenus par AFUANG *et al.* [5] en augmentant le taux des feuilles de moringa dans la ration chez les tilapias. En effet, l'augmentation du taux de la cellulose brute dans le régime, entraîne d'un point de vue physiologique, une accélération du transit digestif avec, comme conséquence, une baisse du coefficient d'utilisation digestive des nutriments, notamment des protéines lorsque les feuilles sont à un taux élevé dans la ration [63]. Toutefois, les taux de rétention protéique (45,4 %, 53,0 %, 47,8 % et 40,1 % obtenus respectivement avec les rations contenant 0, 5, 10 et 15 % de farine de feuilles de *C. tora*) apparaissent plus faibles que ceux obtenus par IHEUKWUMERE *et al.* [35] (73,3 %, 64,0 %, 54,3 % et 53,1) en incorporant dans la ration des poulets respectivement 0, 5, 10 et 15 % de farine de feuilles de manioc. Selon JEAN-BLAIN [36], la rétention azotée est d'autant plus élevée que les protéines apportées sont équilibrées en acides aminés indispensables, donc de bonne qualité nutritionnelle, cette dernière étant liée à l'acide aminé indispensable le moins représenté. Ainsi, bien qu'elles soient riches en protéines (27,4 % MS), les feuilles de cassia auraient une valeur nutritionnelle plus faible que celles du manioc. Selon MBAIGUINAM *et al.* [42], ceci serait probablement dû à la plus faible teneur en acides aminés soufrés (0,024 % MS) des feuilles de cassia par rapport aux feuilles de manioc qui sont très riches en acides aminés soufrés, en moyenne 2-3 % MS [21, 28].

En conclusion, cette étude a montré que les feuilles de *Cassia tora* constituent une bonne source d'éléments nutritifs, en particulier de protéines et de minéraux (Ca, K). Elles sont relativement plus riches en cellulose, mais plus pauvres en matière grasse et en énergie par rapport à d'autres feuilles de légumineuses. L'incorporation de la farine des feuilles de cassia jusqu'à 15 % dans la ration en substitution partielle au tourteau d'arachide s'est avérée dépourvue d'effet néfaste sur la consommation alimentaire, le GMQ et l'indice de conversion de la ration des oiseaux. Excepté la matière grasse pour laquelle il a été observé une baisse significative du coefficient d'utilisation, aucune différence significative n'a été enregistrée quant à l'utilisation des autres éléments nutritifs des rations à base de feuilles, par comparaison au groupe témoin. Au vu de ces résultats, l'utilisation des feuilles de *cassia tora* jusqu'à 15 % dans la ration avicole paraît être une alternative intéressante aux tourteaux pour améliorer l'alimentation et la productivité de la volaille villageoise. Du fait du prix élevé des matières premières protéiques (tourteaux d'arachide ou de soja, farine de poisson), leur valorisation devrait permettre aux aviculteurs traditionnels de réduire leur coût de production et de concilier entre autre, la qualité du poulet local à son prix. Il serait donc utile et nécessaire qu'une étude plus longue soit menée sur des sujets jeunes en vue d'évaluer l'impact de l'incorporation de la farine de feuilles de *Cassia tora* sur leurs performances zootechniques et leur productivité.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement le Fonds National de Recherches Agricoles et Agroalimentaires (FNRAA) du

Sénégal pour leur avoir permis de réaliser cette étude ainsi que le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) de la coopération française pour sa contribution.

Bibliographie

1. - AFNOR : Produits agricoles et alimentaires : Détermination de la cellulose brute, méthode générale. Norme française NF V03-040, Afnor, Paris, Octobre 1993.
2. - AFNOR : Aliments des animaux : Dosage du calcium, méthode par spectrométrie d'absorption atomique. Norme française NF V18-108, Afnor, Paris, Septembre 1984.
3. - AFNOR : Aliments et produits animaux : Dosage du phosphore total, méthode spectrophotométrique. Norme française NF V18-106, Afnor, Paris, juin 1980.
4. - AFNOR : Produits agricoles et alimentaires : Dosages de l'azote en vue du calcul de la teneur en protéines brutes, des cendres brutes, des matières grasses brutes et de l'humidité. Normes françaises NF V18-100, 101, 104 et 109, Afnor, Paris, Octobre 1977.
5. - AFUANG W., SIDDHURAJU P., BECKER K.: Comparative nutritional evaluation of raw, methanol extracted residues and methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance and feed utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquacult. Res.*, 2003, **34**, 1147-1159.
6. - AKBAR M.A., GUPTA P.C.: Proximate composition, tannin and mineral contents of different cultivars and of various plant parts of subabul (*Leucaena leucocephala*). *Ind. J. Anim. Sci.*, 1985, **55**, 808-812.
7. - ALALADE O.A., IYAYI E. A.: Chemical composition and the feeding value of azolla (*Azolla pinnata*) meal for egg-type chicks. *Internatl. J. Poult. Sci.*, 2006, **5**, 137-141.
8. - ALDERS R.: L'aviculture: source de profit et de plaisir. Brochure de la FAO sur la diversification, n°3, Rome: FAO, 2005, 39 pages.
9. - ASH A.J., PETAIA L.A.: Nutritional value of *Sebania grandiflora* leaves for ruminant and monogastrics. *Trop. Agri. (Trinidad)*, 1992, **69**, 223-228.
10. - ATAWODI S.E., MARI D., ATAWODI J.C., YAHAYA Y.: Assessment of *Leucaena leucocephala* leaves as feed supplement in laying hens. *Afr. Jour. Biotechnol.*, 2008, **7**, 317-321.
11. - BARMINAS J.T., CHARLES M., EMMANUEL D.: Mineral composition of non-conventional leafy vegetables. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1998, **53**, 29-36.
12. - BASAK B., PRAMANIK M.A.H., RAHMAN M.S., TARAFDAR S.U., ROY B.C.: *Azolla* (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in broiler ration. *Internatl. J. Poult. Sci.*, 2002, **1**, 29-34.
13. - BEBAY C.E.: Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest: synthèse des rapports nationaux (Bénin, Cameroun, Mali, Niger, Sénégal, Togo), ECTAD/AGAP-FAO, 2006, 47 pages.
14. - BECERRA M., PRESTON T.R., OGLE B.: Effect of replacing whole boiled soya beans with azolla in the diets of growing ducks. *Livest. Res. Rural Develop.*, 1995, **7**, 1-11.
15. - BHATNAGAR R., KATARIA M., VERNA S.V.S.: Effect of dietary leucaena leaf meal on the performance and egg characteristics in white leghorn hens. *Ind. J. Anim. Sci.*, 1996, **66**, 1291-1294.
16. - BONFOH B., ANKERS P., PFISTER K., PANGUI L.J., TOGUEBAYE B.S.: Répertoire de quelques contraintes de l'aviculture villageoise en Gambie et propositions de solutions pour son amélioration. *Proceedings INFPD WORKSHOP: M'Bour-Sénégal*, 9-13 décembre 1997, 135-147.
17. - BOUDOUA D.: Valeur nutritionnelle du son de blé chez le poulet de chair soumis au stress thermique. *Cahier Etud. Rech. Francoph. Agricult.*, 2007, **16**, 465-468.
18. - BOURDON D., FEVRIER C., PEREZ J.M., LEBAS F., LECLERCQ B., LESSIRE M., SAUVEUR B.: Composition des matières premières. In INRA (Ed.) : Alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins volailles, Paris : INRA, 1984, 146-239.
19. - BOUSSAID EL HADJ M.: Dry season feed supplements: the potential role of *Cassia tora*. In Community decision making aids for

- improved pasture resources in the Madiana Commune of Mali. Doctoral dissertation of philosophy in crop and soil environmental sciences, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004, 78-103.
20. - BROWN D.L., BARNES A.A., REZENDE S.A., KLASING K.C.: Yield, composition and feeding value of irrigated *Sesbania sesban* var. *Nubia* leaves harvested at latitude 38°N during a mediterranean summer. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1987, **18**, 247-255.
 21. - BUSSON F., BERGERET B.: Contribution à l'étude chimique des feuilles de manioc (*Manihot utilisissima* Pohl. Euphorbiacées). *Méd. Trop.*, 1958, **18**, 142-144.
 22. - CARRÉ B., BRILLOUET J.M.: Determination of water-insoluble cell walls in feeds: interlaboratory study. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, 1989, **72**, 463-467.
 23. - CARRÉ B., ROZO E.: La prédiction de la valeur énergétique des matières premières destinées à l'aviculture. *INRA Prod. Anim.*, 1990, **3**, 163-169.
 24. - DHAR M., CHOWDHURY S.D., ALI M.A., KHAN M.J., PRAMANIK M.A.H.: Responses of semi-scavenging F1 crossbred (Rhode Island Red ♂ × Fayoumi ♀) grower and pre-layer chickens to diets of different nutrient density formulated with locally available feed ingredients. *J. Poult. Sci.*, 2007, **44**, 42-51.
 25. - D'MELLO J.P.F.: Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1992, **38**, 237-261.
 26. - D'MELLO J.P.F., FRASER K.W.: The composition of leaf meal from *Leucaena leucocephala*. *Trop. Sci.*, 1981, **23**, 75-78.
 27. - FAO : FAOSTAT, Division de la statistique, 2009. En ligne et disponible sur [http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569], consulté le 16/12/2009.
 28. - FAVIER J.C.: Valeur alimentaire de deux aliments de base africains: le manioc et le sorgho. Travaux et Documents N°67, Edition de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTM), Paris, 1977, 118 pages.
 29. - FOIDL N., MAKKAR H.P.S., BECKER K.: Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie. *Potential de développement des produits de Moringa. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre 2001*, 35 pages.
 30. - FUGLIE L.J.: The miracle tree, *Moringa oleifera*: Natural nutrition for the tropics, Church World Service, Dakar, Sénégal, march 1999, 20 pages.
 31. - GUPTA B.S., SATAPATHY N., CHABBRA S.S., RANJHAN S.K.: Effect of Chakunda (*Cassia tora*, Linn.) leaf meal on growth and egg production of White Leghorn birds. *Ind. Vet. J.*, 1970, **47**, 1094-1101.
 32. - HOFMAN A.: Amélioration de l'aviculture traditionnelle aux îles Comores : Impact de la semi-claustration et de la complémentation par une provende locale sur la productivité de la volaille locale. Mémoire de 3^e doctorat en Médecine Vétérinaire, FMV/Université de Liège, 2000, 71 pages.
 33. - HUSSAIN J., SATYANARAYANA REDDY P.V.V., REDDY V.R.: Utilisation of leucaena leaf meal by broilers. *Br. Poult. Sci.*, 1991, **32**, 131-137.
 34. - IGE A.O., ODUNSI A.A., AKINLADE J.A., OJEDAPO L.O., AMEEN S.A., ADERINOLA O.A., RAFIU T.A.: Gliricidia leaf meal in layer's diet: Effect on performance, nutrient digestibility and economy of production. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2006, **5**, 483-486.
 35. - IHEUKWUMERE F.C., NDUBUISI E.C., MAZI E.A., ONYEKWERE M.U.: Performance, nutrient utilization and organ characteristics of broilers fed Cassava leaf meal (*Manihot esculenta* Crantz). *Pak. J. Nutr.*, 2008, **7**, 13 -16.
 36. - JEAN-BLAIN C.: Introduction à la nutrition des animaux domestiques, Technique et Documentation, Paris, 2002, 424 pages.
 37. - KAKENGI A.M.V., KAIJAGE J.T., SARWATT S.V., MUTAYOBA S.K., SHEM M.N., FUJIHARA T.: Effect of Moringa oleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livest. Res. Rural Develop.*, 2007, **19**, 1 -12.
 38. - KALINGANIRE A., UWAMARIYA A., KONÉ B., LARWANOU M.: Mise en place et gestion de banques alimentaires dans le Sahel. ICRAF, Note technique n°3, World Agroforestry Centre, Nairobi, 2007, 32 pages.
 39. - KHATUN A., ALI M.A., DINGLE J.G.: Comparison of the nutritive value for laying hens of diets containing azolla (*Azolla pinnata*) based on formulation using digestible protein and digestible amino acid versus total protein and total amino acid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1999, **81**, 43-56.
 40. - LECLERCQ B., HENRY Y., PEREZ J.M.: Valeur énergétique des aliments destinés aux animaux monogastriques. In : INRA (Ed.) : Alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins volailles, INRA, Paris, 1984, 9-15.
 41. - MAKKAR H.P.S., BECKER K.: Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1996, **63**, 211-228.
 42. - MBAIGUINAM M., MAHMOUT Y., TARKODJIEL M., DELOBEL B., BESSIERE J.M.: Constituents of kawal, fermented *Cassia obtusifolia* leaves, a traditional food from Chad. *Afr. J. Biotechnol.*, 2005, **4**, 1080-1083.
 43. - MUNGUTI J.M., LITI D.M., WAIDBACHER H., STRAIF M., ZOLLITSCH W.: Proximate composition of selected potential feed-stuffs for tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) production in Kenya. *Die Bodenkultur*, 2006, **57**, 131-141.
 44. - NDONG M., WADE S., DOSSOU N., GUIRO A.T., DIAGNE GNING R.: Valeur nutritionnelle du *Moringa oléifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *Afr. J. Food Agricult. Nutr. Develop.*, 2007, **7**, 1-17.
 45. - NNFIC: *Cassia tora*, Data from International Network of Feed Information Centres. FAO-SIRAA, Rome, 1978, <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AFRIS/Fr/Data/219.HTM>, consulté le 12/10/2008.
 46. - NWORGU F.C., FASOGBON F.O.: Centrosoma (*Centrosoma pubescens*) leaf meal as protein supplement for pullet chicks and growing pullets. *Internatl. J. Poult. Sci.*, 2007, **6**, 255-260.
 47. - ODUNSI A.A., OGUNLEKE M.O., ALAGBE O.S., AJANI T.O.: Effect of feeding *Gliricidia sepium* leaf meal on the performance and egg quality of layers. *Internatl. J. Poult. Sci.*, 2002, **1**, 26-28.
 48. - OMEKAM V.N.: Studies on nutrition and health implications of dietary inclusion of dried poultry waste for broilers. Msc. Thesis, Federal University of Technology, Owerri, Nigeria, 1994, 41 pages.
 49. - ONIBI G.E., FOLORUNSO O.R., ELUMELU C.: Assessment of partial Equi-protein replacement of soyabean meal with Cassava and Leucaena leaf meals in the diets of broiler chicken finishers. *Internatl. J. Poult. Sci.*, 2008, **7**, 408-413.
 50. - OSEI S. A., OPUKU R.S., ATUAHENE C.C.: Gliricidia leaf meal as an ingredient in layers diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1990, **29**, 303-308.
 51. - PAGE R.K., VERSEY S., CHARLES O.W., HOLLIFIELD T.: Effect of food consumption and egg production of coffee bean seed (*Cassia obtusifolia*) fed to white leghorn hens. *Av. Dis.*, 1977, **21**, 90-96.
 52. - POUSGA S.: Supplementation strategies for semi-scavenging chickens in Burkina Faso: Evaluation of some local feed resources. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2007, 67 pages.
 53. - RANJHAN S.K., GUPTA B.S., CHABBRA S.S.: Chemical composition and nutritive value of a summer legume, chakunda (*Cassia tora*, Linn.) hay with special reference to metabolisable energy for sheep. *Ind. J. Anim. Health*, 1971, **10**, 217-221.
 54. - REYES O.S., FERMIN A.C.: Terrestrial leaf meals or freshwater aquatic fern as potential feed ingredients for farmed abalone *Haliotis asinina* (Linnaeus 1758). *Aquacult. Res.*, 2003, **34**, 593-599.
 55. - SATYANARAYANA REDDY P.V.V., RAMACHANDRA REDDY R., SUDBA REDDY K.: Utilisation of Subabul (*Leucaena leucocephala*) leaf meal in male chick diets. *Ind. Vet. J.*, 1987, **64**, 1078-1079.
 56. - SAUVANT D., PEREZ J. M., TRAN G.: Table de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. 2^e édition revue et corrigée, INRA, Paris, 2004, 301 pages.
 57. - SENA L.P., VANDERJAGT D.J., RIVERA C., TSIN A.T.C., MUHAMADU I., MUHAMADOU O., MILLSON M., PASTUSZYN A., GLEW R.H.: Analysis of nutritional components of eight famine foods of the Republic of Niger. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1998, **52**, 17-30.
 58. - SIBBALD I.R.: The true metabolisable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. *Poult. Sci.*, 1976, **55**, 1459-1463.

59. - SOLIVA C.R., KREUZER M., FOIDL G., MACHMÜLLER A., HESS H.D.: Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2005, **118**, 47-62.
60. - SONAIYA E.B., SWAN S.E.J.: Production en Aviculture Familiale – Un Manuel Technique de FAO, Production et Santé Animales. 134 pages, FAO, Rome, Italy, 2004, 134 pages.
61. - SULIMAN H.B., SHOMMEIN A.M., SHADDAD S.A.: The pathological and biochemical effects of feeding fermented leaves of *Cassia obtusifolia* « Kawal » to broiler chicks. *Av. Pathol.*, 1987, **16**, 43-49.
62. - TAMANG Y., SAMANTA G.: Feeding value of azolla (*Azolla pinnata*) an aquatic fern in black bengal goats. *Ind. J. Anim. Sci.*, 1993, **63**, 188-191.
63. - TANGENDJAJA B., RAHARDJO Y.C., LOWRY J.B.: Leucaena leaf meal in the diet of growing rabbits: Evaluation and effect of a low-mimosine treatment. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1990, **29**, 63-72.
64. - TENDONKENG F., BOUKILA B., BEGUIDÉ A., PAMOTEDONKENG E. : Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair. *Conférence Internationale sur le renforcement de la compétitivité en Aviculture Semi-industrielle en Afrique (CIASA)*, 5 - 9 mai 2008, Dakar-Sénégal, 16 pages.
65. - TRAORÉ E.H.: Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest: Rapport du Sénégal, ECTAD/AGAP-FAO, 2006, 53 pages.
66. - VAN SOEST P.J., WINE R.H.: Use of detergents in the analysis of fibrous feed, IV: determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, 1967, **50**, 50-59.